

⑫ 特許公報(B2)

43-74926

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 01 C 19/56

識別記号

庁内整理番号

7414-2F

⑭ 公告 平成3年(1991)11月28日

発明の数 1 (全4頁)

① 発明の名称 半導体回転センサ

② 特 願 昭59-260782

③ 公 開 昭61-139719

④ 出 願 昭59(1984)12月12日

⑤ 昭61(1986)6月27日

⑥ 発 明 者 富 永

保

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

⑦ 出 願 人 日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

⑧ 代 理 人 弁理士 中村 純之助

審 査 官 鹿 股 俊 雄

要 判 定

ICB 課長

⑬ 特許請求の範囲

1 回転軸に平行に支持される半導体単結晶の片持梁と、該片持梁の自由端を所定周波数で振動させる手段と、回転に応じて上記片持梁に生じる変形量を検出する手段とを備えた振動型半導体回転センサにおいて、上記片持梁の支持部付近の梁の中央部分にスリットを設け、該スリットの側方の片持梁の支持部近傍に片持梁の長手方向と平行にピエゾ抵抗素子を形成したことを特徴とする半導体回転センサ。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は半導体単結晶の片持梁を所定の周波数で振動させ、片持梁の回転速度に応じて片持梁に生ずる変形を検出することによって回転速度を検出する振動型半導体回転センサに関するものである。

〔従来技術〕

半導体回転センサとしては、例えば第2図に示すときものがある。

第2図において、Aは平面図、BはAのA-A'断面図、Cは動作説明図である。

第2図において、Si基板25にSi単結晶の片持梁20が形成されている。

そして、片持梁20に設けた電極24とSi基板25との間に、発振器23から片持梁20の共振周波数の周波数を持つ信号を印加すると、片持

梁20の自由端21が共振周波数で振動する。

そして、この半導体回転センサを矢印に示す回転方向に回転させると、片持梁20には矢印26で示すように回転方向と逆向きのコリオリの力が印加され、片持梁20によじれの歪を生ずる。

この歪を片持梁20の支持部付近に形成したピエゾ抵抗素子22の抵抗変化として検出することにより、回転速度を検出することが出来る。

〔発明が解決しようとする問題点〕

10 上記のごとき従来の半導体回転センサにおいては、回転速度に対応した力を片持梁上に回転軸と垂直方向に形成したピエゾ抵抗素子によって検出するような構造（この構造によれば片持梁の振動による変形は検出せず、片持梁のよじれによる変形のみを検出することが出来る）となっていたため、ピエゾ抵抗素子を片持梁の中心線（回転軸）を横切つて形成させざるを得ないが、この中心線付近は回転に対応する力による変形量が最小の部分であり、したがって感度が低くなるという問題があつた。

本発明は上記のごとき従来技術の問題点を解決することを目的とするものである。

〔問題を解決するための手段〕

25 上記の目的を達成するため、本発明において、片持梁の支持部付近の梁の中央部分にスリットを設け、該スリットの側方に片持梁の長手方向と平行にピエゾ抵抗素子を形成することにより、

片持梁に加わるねじれ変形応力が上記スリットの両側に集中するのを利用して感度を向上させるように構成している。

#### 〔発明の実施例〕

第1図は本発明の一実施例図であり、Aは平面図、BはAのA-A'断面図、Cは動作説明図である。

第1図において、Si基板8にはSi単結晶からなる片持梁1が形成されている。

又、片持梁1の支持部3付近の梁の中央部分には、スリット6が設けられている。

そして、このスリット6の側方の両側に片持梁1の長手方向と平行に2本のピエゾ抵抗素子5が形成されている。

この半導体回転センサに電極4を介して、発振器7から片持梁1の共振周波数の信号を印加すると、片持梁1の自由端2が共振周波数で振動する。

その状態でこの半導体回転センサを回転軸9の回りに矢印方向に回転させると、矢印10で示すようなコリオリの力が印加される。

この力は矢印11及び12に示すように、スリット6の一方の側方では圧縮応力として加わり、他方の側方では引張応力として加わる。

この応力をピエゾ抵抗素子5で検出することによって、回転速度を検出することが出来る。

上記の構成においては、片持梁1の中央部分にスリット6を設けており、かつピエゾ抵抗素子5を片持梁1の長手方向と平行に形成しているのので、回転に対応して片持梁に発生する変形応力をピエゾ抵抗素子に集中させることが出来、又、片持梁の変形が生じない中心線付近から離れた変形の大きい部分の引張応力、圧縮応力を検出することが出来るので、感度を向上させることが出来る。

なお上記の構成においては、ピエゾ抵抗素子は片持梁の振動による応力も検出する。しかしその応力は、二つのピエゾ抵抗素子に同量だけ加えられるのに対し、回転に応じた応力は、一方の素子には引張応力、他方の素子には圧縮応力となるから、二つのピエゾ抵抗素子の出力の差を検出するように接続すれば、回転に応じた応力のみを検出することが出来る。

また振動による応力は、印加電圧に対応した一

定の波形となるから、ピエゾ抵抗素子の出力からその値を減算するように構成してもよい。

次に、第3図は上記のごとき本発明の半導体回転センサの製造工程図である。

第3図において、まずAでは、〈100〉面を主面とするp型のSiウエハ30の上に片持梁の厚さに相当するn型エピタキシャル層31を成長させる。

例えば、300Hz前後の共振周波数で片持梁を振動させる場合には、n型エピタキシャル層31の厚さは片持梁の長さを500 $\mu$ m程度とした場合に、30 $\mu$ m程度にする。

次に、Bにおいては、n型エピタキシャル層31上に形成したSiO<sub>2</sub>膜32をマスクとして、B'に示すごときパターンでp型不純物（例えばホウ素）をSiウエハ30に遷するまでn型エピタキシャル層31に拡散する。

なおBはB'のA-A'断面を示すものである。

次に、Cにおいて、上記と同様の方法によりC'に示すごときパターンでp型のピエゾ抵抗35を拡散して形成する。

なお、CはC'のB-B'断面を示す。

次に、Dにおいて、エッチングによって電極4となる部分のSiO<sub>2</sub>膜32に窓開けを行なう。

次に、Eにおいて、後記電解エッチングの際のマスクとなるCr-Au膜36を蒸着あるいはスパッタ法で付着させ、さらにその上にAu層37を蒸着し、必要な部分を残してエッチングで除去する。

次にFにおいて、反対側の主面にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜38をCVD等によって付着させ、必要な部分を残してエッチングする。

次に、エチレンジアミン+ピロカテコールあるいはKOH等の電解エッチング液に浸し、同じエッチング液中に浸したPt電極に対して、Au層37が正の電位となるように接続して電圧を印加し、電解エッチングを行なう。

それによってp型の部分がエッチングされ、G'に示すごとく片持梁39が形成される。

なお上記の電解エッチングの際に、前記B及びB'のp<sup>+</sup>層33の部分もエッチングされるので、Iに示すごとく、スリット6も同時に形成されている。

次に、Hにおいて、Au層37をマスクとして

Cr-Au層36をエッチングすることにより、電極4が形成される。

上記の工程によつて前記第1図のごとき半導体回転センサを製造することが出来る。

〔発明の効果〕

以上説明したごとく本発明においては、片持梁の支持部付近の梁の中央部分にスリットを設け、該スリットの側方に片持梁の長手方向と平行にピエゾ抵抗素子を形成しているので、回転に対応して片持梁に発生する変形応力をピエゾ抵抗素子に集中させることが出来、かつ梁の変形がない中心線付近から離れた変形の大きい部分の圧縮応力と

6

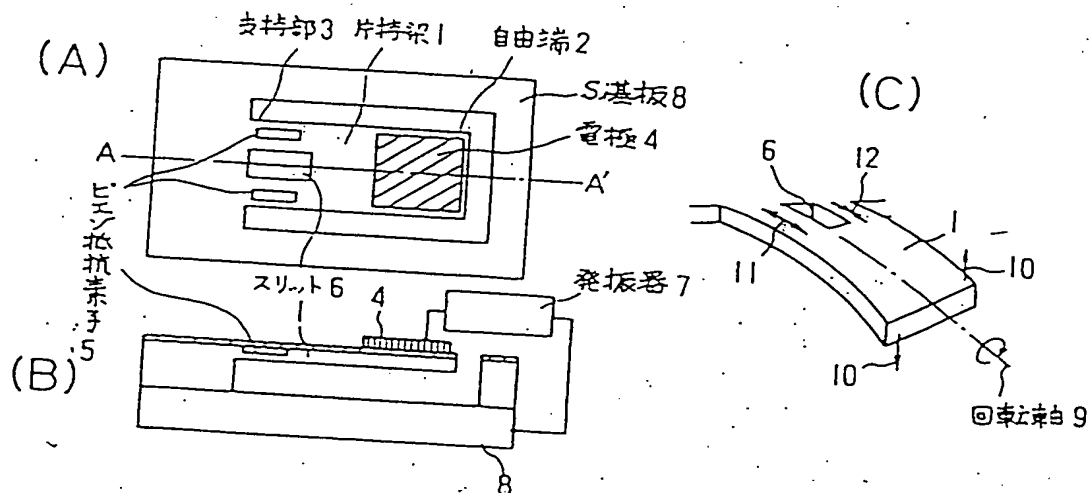
引張応力との両方を検知することが出来るので、感度を向上させることが出来るという効果がある。

図面の簡単な説明

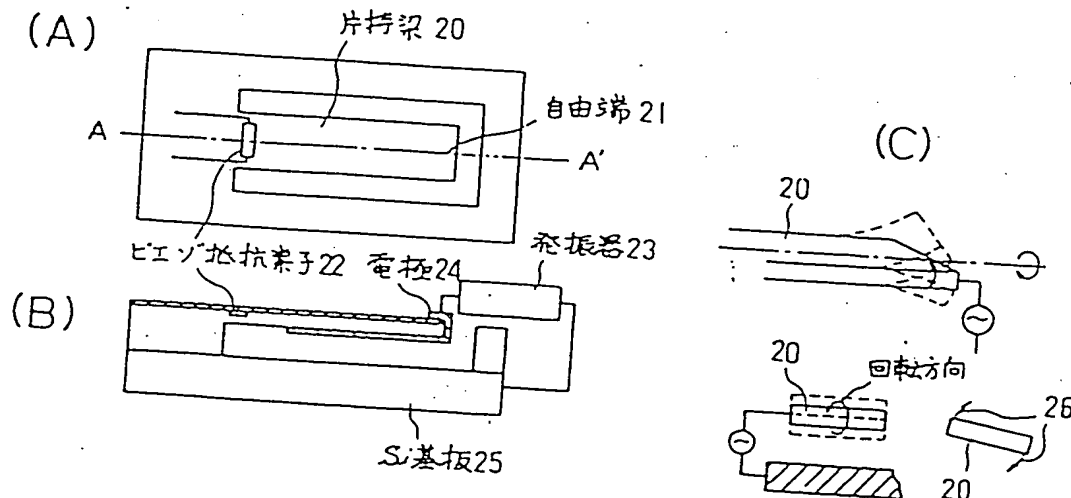
第1図は本発明の一実施例図、第2図は従来装置の一例図、第3図は本発明の製造工程図である。

符号の説明、1……片持梁、2……自由端、3……支持部、4……電極、5……ピエゾ抵抗素子、6……スリット、7……発振器、8……Si基板

第1図



第2図



第3図

